



⑬ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 04 119 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 04 D 29/04**  
F 04 D 23/00  
F 04 D 17/06  
F 04 D 29/36  
A 61 M 16/01

⑲ Aktenzeichen: 199 04 119.9  
⑳ Anmeldetag: 3. 2. 1999  
㉑ Offenlegungstag: 17. 8. 2000

**DE 199 04 119 A 1**

⑦ Anmelder:  
Dräger Medizintechnik GmbH, 23558 Lübeck, DE

⑦ Erfinder:  
Kullik, Götz, 23568 Lübeck, DE

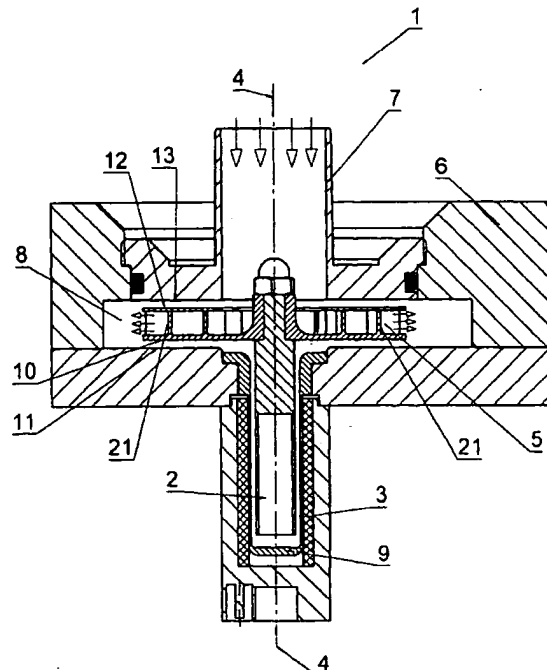
⑤ Entgegenhaltungen:  
DE 36 00 124 C2  
US 39 51 573  
JP 10184802 A (Abstract);

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤ Rotationsverdichter für Beatmungssysteme

⑦ Die Erfindung betrifft einen verbesserten Rotationsverdichter (1) für Beatmungssysteme mit im Kreisbetrieb transportierten Atemgasen. Dieser wasch- und sterilisierfähige Rotationsverdichter (1) ist gekennzeichnet durch ein mittels eines aerodynamischen Gas-Gleitlagers gelagertes, elektrisch angetriebenes Verdichterrad (5). Das Gas-Gleitlager besteht aus radial und axial belasteten Flächen, wobei entweder die axial belastete Fläche (10) des Verdichterrads (5) oder die axial belastete, ruhende Gehäusefläche (11) Rillen (22) aufweist.



**DE 199 04 119 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Rotationsverdichter für Beatmungssysteme.

Derartige Beatmungssysteme werden vorzugsweise im Bereich der Medizin verwendet, wobei auch Atemkreissysteme mit Rückatmung aus unterschiedlichen Gründen zum Einsatz kommen.

Bekanntes Anwendungsgebiet im Bereich der Medizin ist insbesondere der Bereich der Anästhesie, wo beispielsweise im Falle betäubender Anästhesiemittel die Führung der ausgeatmeten und der neu zugefügten Gase, wie z. B. Sauerstoff, im Kreisbetrieb besonders erwünscht ist. Aus der US Ser. No. 08/965,256 ist ein Rotationsverdichter für Beatmungssysteme bekanntgeworden, der aufgrund seiner Eigenschaften besonders geeignet ist, der Spontanatmung des beatmeten Patienten schnell zu folgen. Jedoch sind derartige Rotationsverdichter bislang nicht sterilisierfähig und damit für den Einsatz als Gasfördereinrichtung in Beatmungssystemen mit Rückatmung im Kreisbetrieb nicht geeignet.

Des weiteren ist bisher die Trennung zwischen den elektrischen Bauteilen und dem Atemgas mit erhöhter Sauerstoffkonzentration nicht ausreichend, so daß der zusätzlich zugefügte Sauerstoff nur im offenen Beatmungssystem und erst hinter dem Rotationsverdichter zugeführt werden kann und somit dynamisch dosiert werden muß.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen verbesserten Rotationsverdichter für Beatmungssysteme vorzuschlagen, der einerseits wasch- und sterilisierfähig ist und der andererseits eine sichere Trennung des Atemgases von den elektrischen Bauteilen ermöglicht.

Die Lösung der Aufgabe erhält man mit den Merkmalen von Anspruch 1.

Die Unteransprüche geben vorteilhafte Ausbildungen des Erfindungsgegenstands nach Anspruch 1 an.

Ein wesentlicher Vorteil der vorliegenden Erfindung ergibt sich durch die Nutzung des Atemgases selbst als Schmierstoff zwischen den gegeneinander bewegten Gleitflächen, so daß das Gleitlager völlig wartungsfrei ist. Durch die Ausbildung des aerodynamischen Gas-Gleitlagers werden Rotor und Stator vollständig verschleißfrei voneinander getrennt, wobei zusätzlich die Geräuscentwicklung besonders niedrig ist im Vergleich zu konventionellen Rotationsverdichtern, welche aufgrund der relativ hohen Rotationsgeschwindigkeit die üblichen Wälzlager entsprechend beanspruchen.

Darüber hinaus erlaubt die einfache Konstruktion des erfindungsgemäßen Rotationsverdichters, die vom Atemgas durchströmten Bauteile im Feldeinsatz zu demontieren, zu reinigen, zu sterilisieren und wieder zu montieren, so daß ein Einsatz in einem Beatmungssystem mit im Kreisbetrieb transportierten Atemgasen sicher, hygienisch und bequem möglich wird.

Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung mit Hilfe der Figuren erläutert.

Es zeigen

Fig. 1 einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Rotationsverdichter, wobei die Spalte zwischen gegeneinander bewegten Teilen zur Verdeutlichung übertrieben weit dargestellt sind und

Fig. 2 eine dreidimensionale Ansicht eines Verdichterrades von oben (obere Blathälfte) und von unten (untere Blathälfte).

Der im Schnitt (Prinzipdarstellung) gezeigte erfindungsgemäße Rotationsverdichter 1 wird mit Hilfe eines bürstenlosen, elektronisch kommutierten Gleichstrommotors angetrieben. Der Rotor des Gleichstrommotors ist ein diametral magnetisierter Permanentmagnet 2, der Stator 3 besteht aus

drei Spulenpaaren, von denen ein Paar im Schnitt dargestellt ist. Die Spulenpaare sind jeweils in einem Winkel von 120 Grad zueinander symmetrisch um die Rotationsachse 4 angeordnet, so daß der Feldvektor des Spulen-Magnetfeldes um die Rotationsachse 4 und damit um den als Permanentmagnet 2 ausgebildeten Rotor gedreht werden kann.

Die Lage des Permanentmagneten 2 wird vorzugsweise über Hall-Sensoren oder während der Rotation durch in den Spulen induzierte Spannungen detektiert. Der als Rotor dienende Permanentmagnet 2 dreht sich dadurch mit dem körperlich verbundenen Verdichterrad 5, daß die einzelnen Spulen nacheinander zyklisch mit Strom beaufschlagt werden. Die zyklische Bestromung in Abhängigkeit von der Rotorlage, also die Kommutierung, erfolgt verschleißfrei über ebenfalls nicht dargestellte Halbleiter-Schaltelemente. Der Rotationsverdichter 1 ist im Ausführungsbeispiel ein Radialverdichter, jedoch können auch andere rotierende Verdichter erfindungsgemäß ausgebildet werden, insbesondere Seitenkanalverdichter und Peripheralverdichter.

Das mit dem Permanentmagneten 2 verbundene Verdichterrad 5 rotiert mittels des erläuterten Antriebs im Gehäuse 6 um die Rotationsachse 4. Der mittels des durch die Rotation des Verdichterrads 5 im Saugstutzen 7 erzeugte Unterdruck bewirkt den Transport des Atemgases parallel zur Rotationsachse 4 zum Verdichterrad 5 hin, wie durch die Pfeile dargestellt. Mittels der auch in Fig. 2 dargestellten, gekrümmten Schaufeln 21 wird das Atemgas verdichtet, verläßt schließlich das Verdichterrad 5 senkrecht zur Rotationsachse 4 über den Druckstutzen 8 und strömt 1 zurück in das Beatmungssystem.

Der Kern der Erfindung besteht nun darin, daß eine völlig wartungsfreie und praktisch verschleißfreie Lagerung des elektrisch angetriebenen Verdichterrads 5 zur Verfügung gestellt wird. Hierzu erfüllt das Atemgas selbst die Funktion des Schmierstoffs, das heißt das rotierende Verdichterrad 5 mit dem körperlich verbundenen Permanentmagneten 2 wird mittels eines aerodynamischen Gas-Gleitlagers gelagert. Durch die Ausbildung eines Schmierkeils im zwischen Permanentmagnet 2 (Rotor) und Stator 3 angeordneten Spalttopf 9 werden diese vollständig verschleißfrei voneinander getrennt, zwischen ihnen herrscht nur noch Gasreibung.

Im Prinzip genügt für diese radial belasteten Flächen des als Gas-Gleitlager ausgebildeten Radiallagers der Durchmesserunterschied zwischen Stator 3 und Permanentmagnet 2 (Rotor) zur Ausbildung des Schmierkeils. Jedoch hat sich gezeigt, daß zusätzliche Rillenausbildungen auch im Radiallager die Tragfähigkeit und Stabilität erhöhen. Für die axial belasteten Flächen 10 und 11 (ruhende Gehäusefläche) von Verdichterrad 5 und gegenüberliegender Wand des Gehäuses 6 wurde überraschend gefunden, daß mit einer Ausbildung der axial belasteten Flächen 10 oder 11 in Form von Rillen 22, wie in Fig. 2 für die Unterseite des Verdichterrads (axial belastete Fläche 10) gezeigt, bereits bei geringer Drehzahl ein Aufschwimmen mit guter Tragfähigkeit erfolgt. Für einen kleinen Radialverdichter wurde der Übergang zwischen Mischreibung und reiner Gasreibung bei etwa 190 Umdrehungen pro Minute festgestellt. Der Radialverdichter konnte ohne weiteres oberhalb dieser Drehzahl betrieben werden, so daß der Einsatz praktisch immer im verschleißfreien Bereich der Gasreibung möglich ist.

Im dargestellten Beispiel hatte das Verdichterrad 5 einen Durchmesser von 50 Millimeter und eine vertikale Rotationsachse 4, so daß das Gewicht durch ein Axiallager aufgenommen werden muß.

Das axiale Gas-Gleitlager ist im Beispiel (siehe auch Fig. 2) ein mittels Spirallinien ausgebildetes Rillengerät mit einem Außendurchmesser von etwa 40 Millimeter und einem

Innendurchmesser von etwa 20 Millimeter, wobei etwa 10 bis 15 Rillen 22 vorhanden sind, die eine Tiefe von etwa 25 bis 30 Mikrometer und einen logarithmischen Verlauf aufweisen, das heißt die Rillen 22 bilden logarithmische Spiralen mit einem Winkel von etwa 10 Grad zur Tangente. Die Breite der Rillen 22 beträgt etwa 4 bis 6 Millimeter.

Vorzugsweise weist auch die axiale Gegenlagerfläche 12 des Verdichterrades 5 Rillen 22 auf, alternativ oder zusätzlich hierzu weist auch die ruhende Gehäusefläche 13 des axialen Gegenlagers Rillen 22 auf. Damit wird im Falle der dargestellten vertikalen Rotationsachse 4 verhindert, daß das Verdichterrad 5 während der Rotation die ruhende Gehäusefläche 13 durch Reibung mechanisch belastet.

Die radiale Dichtung mit Hilfe des Spalttopfes 9 muß magnetisch durchflutbar und darf nicht elektrisch leitend sein, so daß keine Wirbelströme entstehen. Bevorzugte Materialien sind Keramik und/oder Kunststoff.

Mit vorliegender Erfindung wurde ein elektrisch angetriebener Rotationsverdichter 1 geschaffen, welcher für die Verwendung in Beatmungssystemen mit Rückatmung und Führung der Atemgase im Kreisbetrieb besonders geeignet ist, weil keine Verschleißteile verwendet werden, so daß die Lebensdauer praktisch nicht begrenzt ist. Dabei ist ein wesentlicher Vorteil, daß das Antriebselement Verdichterrad 5 ohne weiteres ausgebaut werden kann und damit wasch- und sterilisierfähig ist. Außerdem ist durch die Spaltrohrdichtung mittels des Spalttopfes 9 zwischen Stator 3 und Rotor (Permanentmagnet 2) eine hermetische Trennung zwischen dem transportierten Atemgas mit erhöhter Sauerstoffkonzentration und den stromdurchflossenen und spannungsführenden elektrischen Bauelementen des Antriebs gewährleistet.

#### Patentansprüche

1. Rotationsverdichter für Beatmungssysteme, **dadurch gekennzeichnet**, daß das elektrisch angetriebene Verdichterrad (5) mittels eines aerodynamischen Gas-Gleitlagers gelagert ist.
2. Rotationsverdichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Gas-Gleitlager aus axial und radial belasteten Flächen besteht und daß die axial belastete Fläche (10) des Verdichterrads (5) Rillen (22) aufweist.
3. Rotationsverdichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die axial belastete, ruhende Gehäusefläche (11) Rillen (22) aufweist.
4. Rotationsverdichter nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß auch die axiale Gegenlagerfläche (12) des Verdichterrades (5) Rillen (22) aufweist.
5. Rotationsverdichter nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß auch die ruhende Gehäusefläche (13) des axialen Gegenlagers Rillen (22) aufweist.
6. Rotationsverdichter nach mindestens einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die radial belastete Fläche des Verdichterrads (5) und/oder die radial belastete Fläche des Gegenlagers des Verdichterrads (5) Rillen (22) aufweist.
7. Rotationsverdichter nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Rillen (22) in Form von logarithmischen Spiralen ausgebildet sind.
8. Rotationsverdichter nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotation des Verdichterrads (5) mittels des Zusammenwirkens eines mit dem Verdichterrad (5) auf der Rotationsachse (4) körperlich verbundenen Permanentmagneten

(2) und eines durch Spulen im radialen Gegenlager erzeugten, um die Rotationsachse (4) drehenden Magnetfeldes bewirkt wird.

9. Rotationsverdichter nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das verdichtete Gas parallel zur Rotationsachse (4) des Verdichterrads (5) zugeführt wird und senkrecht zur Rotationsachse (4) das Verdichterrad (5) verläßt.

10. Rotationsverdichter nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch die Ausbildung als Radialverdichter oder Seitenkanalverdichter.

11. Verwendung eines Rotationsverdichters nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9 als Antrieb für im Kreisbetrieb transportierte Atemgase in einem Beatmungssystem.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

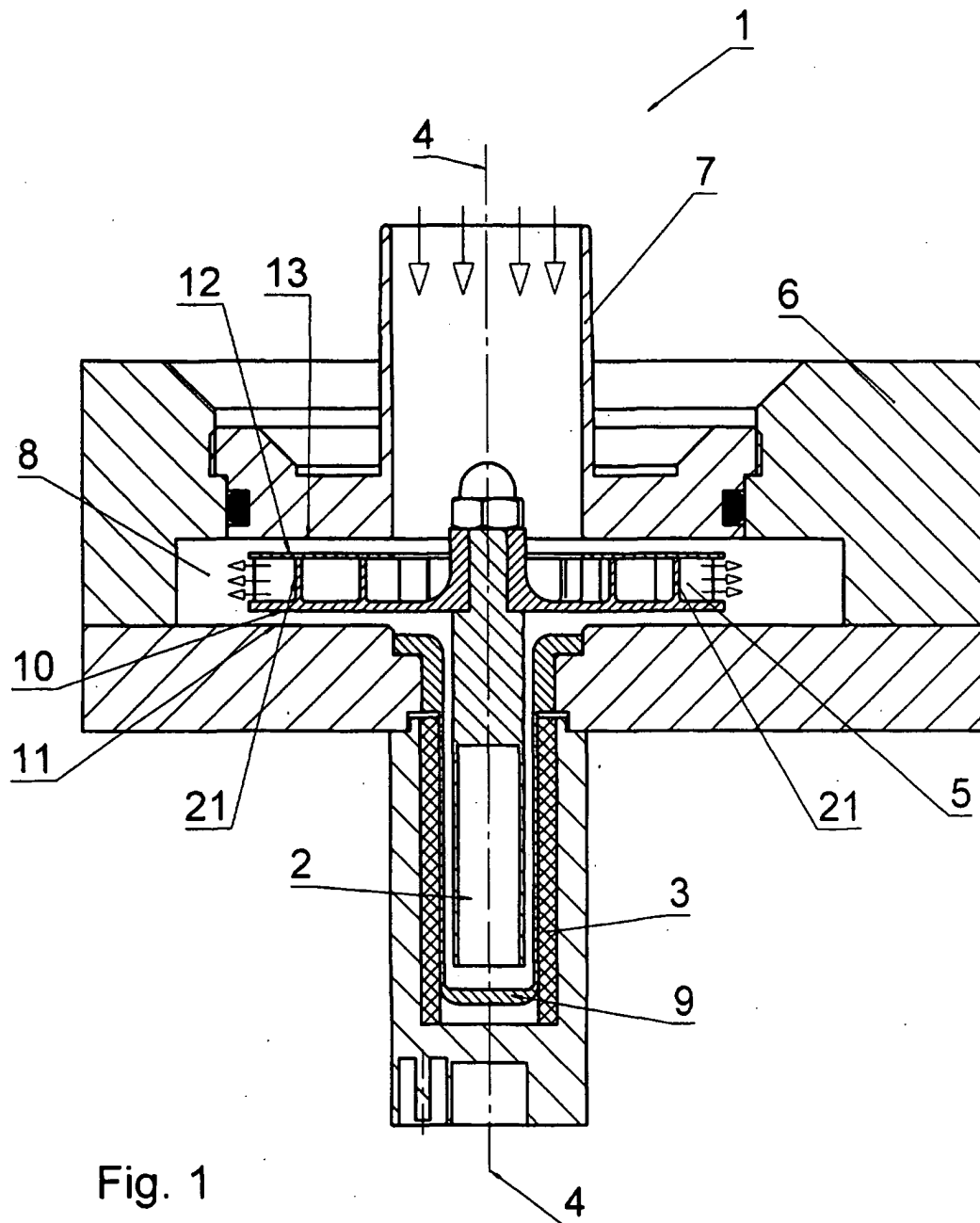


Fig. 1

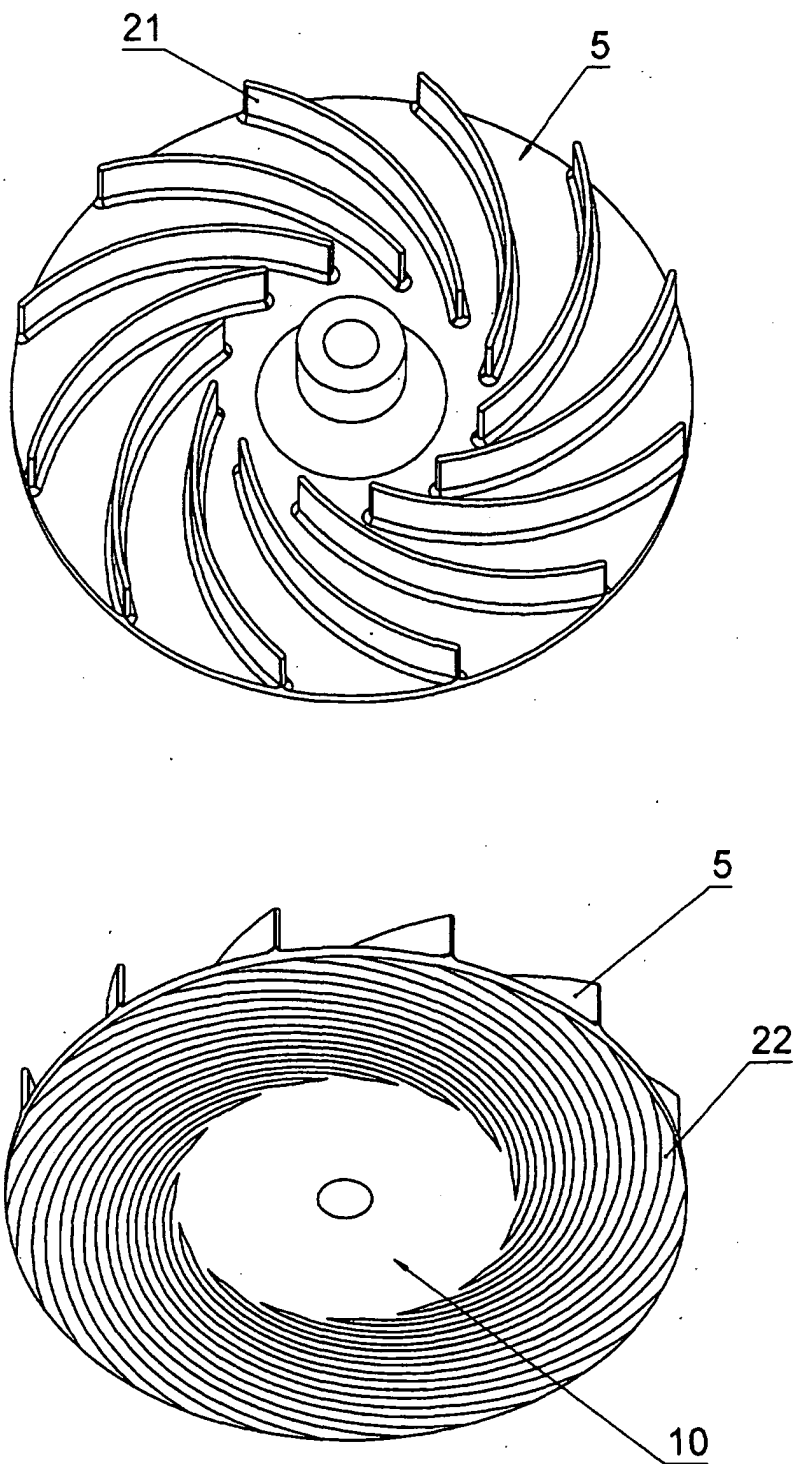


Fig. 2